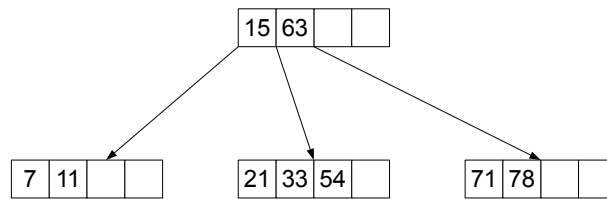
	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

## 1 Einfügen und Löschen in B-Bäumen

[18 P.]

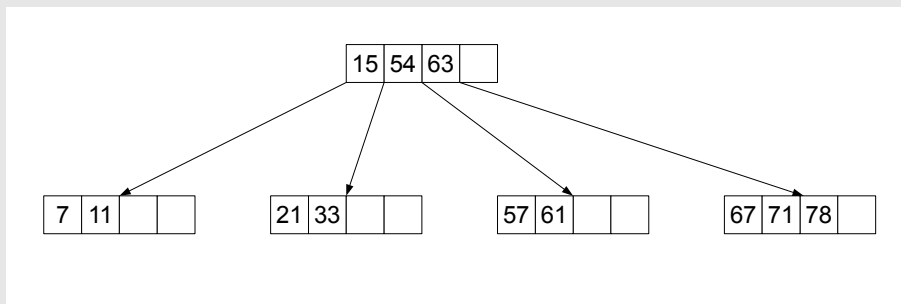
- a) Gegeben ist der unten vereinfacht dargestellte **B-Baum** der Klasse  $\tau(2, h)$ . Fügen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **67, 57, 61, 75, 5, 13, 2, 91, 9, 17, 10 und 8** ein. Geben Sie in jedem Einfügeschritt die verwendete Maßnahme (einfaches Einfügen in einen Knoten, Splitten) an und zeichnen Sie den Baum nach jedem Knotensplit neu. Als Splitfaktor wird dabei  $m = 1$  gewählt.

[7 P.]



### Lösungsvorschlag:

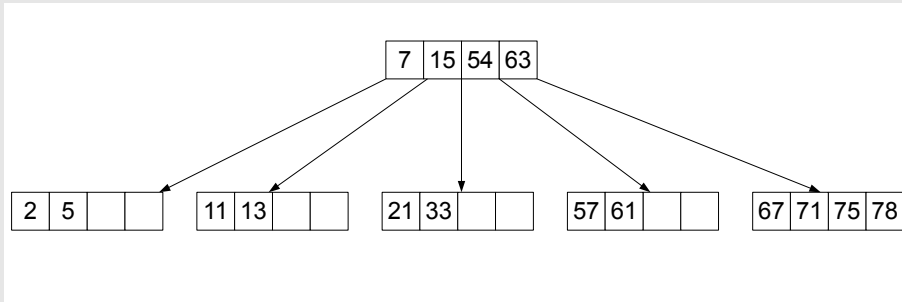
Schlüsselwert 67 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 57 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 61 (Splitten)



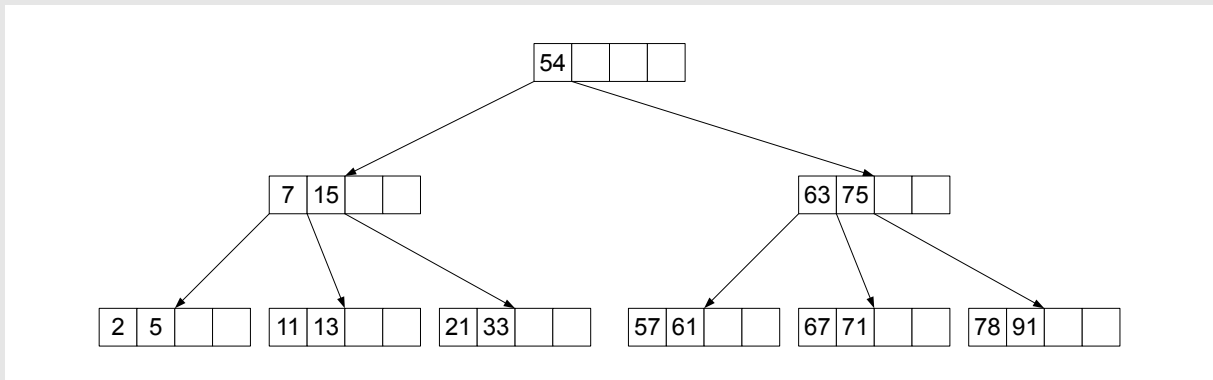
Schlüsselwert 75 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 5 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 13 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 2 (Splitten)



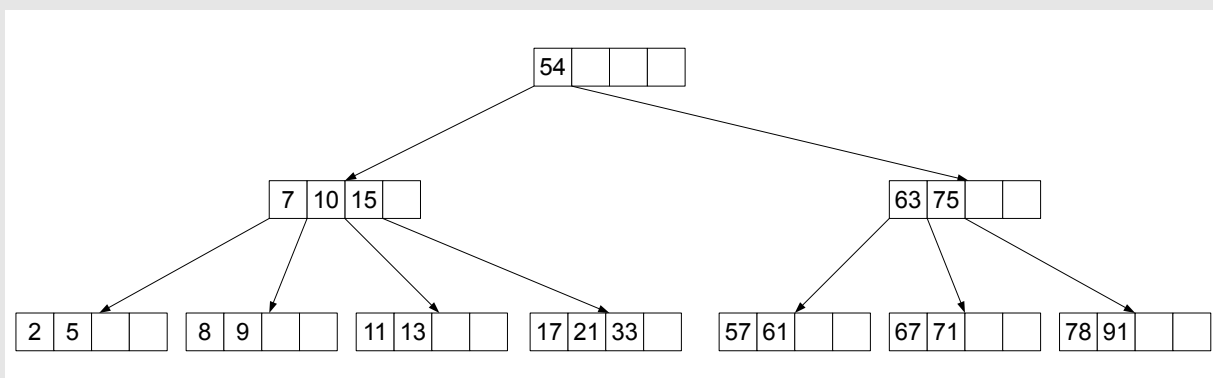
Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>



Schlüsselwert 91 (Splitten)



- Schlüsselwert 9 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 17 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 10 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 8 (Splitten)

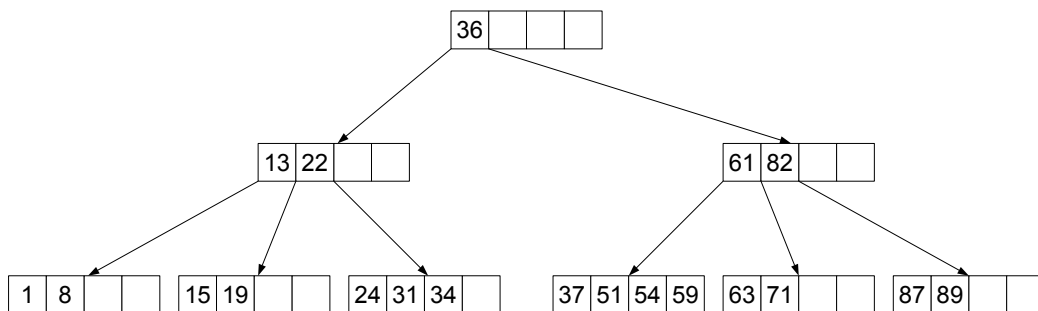




Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

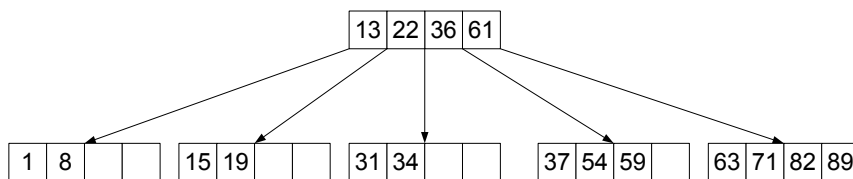
b) Gegeben ist der unten dargestellte **B-Baum** der Klasse  $\tau(2, h)$ . Löschen Sie die (Datensätze mit den) Schlüsselwerte(n) **24, 51, 87, 34, 71, 19, 31** und **8**. Geben Sie in jedem Löschrisschritt die verwendete Maßnahme (einfaches Löschen, Mischen, Ausgleichen) an und zeichnen Sie den Baum nach jeder Veränderung der Knotenstruktur (Mischen, Ausgleichen) neu. Für Ausgleichsoperationen sollen nur unmittelbare Nachbarknoten herangezogen werden.

[5 P.]



### Lösungsvorschlag:

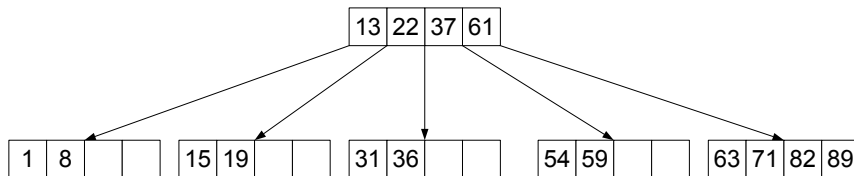
- Schlüsselwert 24 (einfaches Löschen)
- Schlüsselwert 51 (einfaches Löschen)
- Schlüsselwert 87 (Mischen)



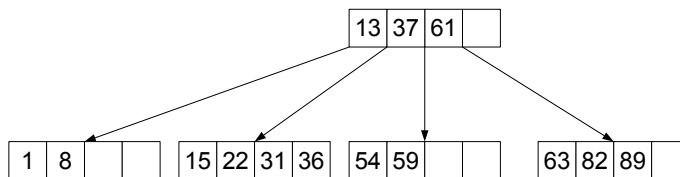
Schlüsselwert 34 (Ausgleichen)



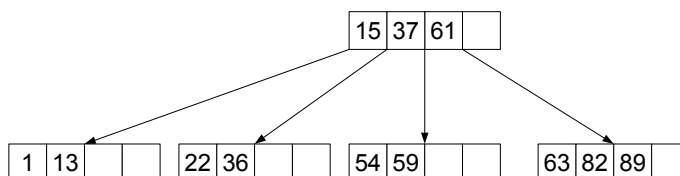
Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>




Schlüsselwert 71 (einfaches Löschen)  
Schlüsselwert 19 (Mischen)



Schlüsselwert 31 (einfaches Löschen)  
Schlüsselwert 8 (Ausgleichen)



	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

c) Fügen Sie folgende Schlüssel in der angegebenen Reihenfolge in einen zu Beginn leeren **B\*-Baum** der Klasse  $\tau(1, 2, h)$  ein:

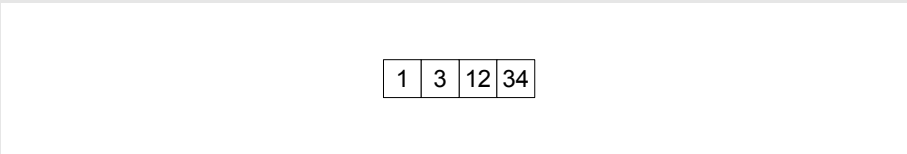
**34, 1, 12, 3, 15, 6, 21, 13, 41, 20 und 16**

Zeichnen Sie den Baum nach jedem erforderlichen Splitvorgang neu.

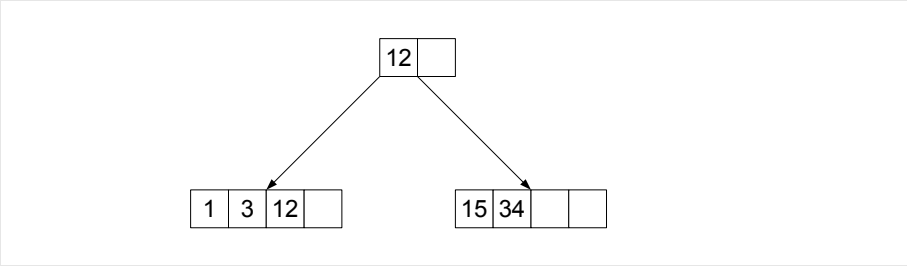
[6 P.]

**Lösungsvorschlag:**

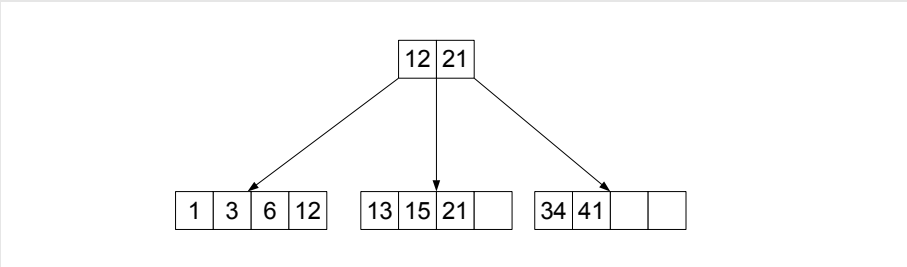
- Schlüsselwert 34 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 1 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 12 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 3 (einfaches Einfügen)




Schlüsselwert 15 (Splitten)

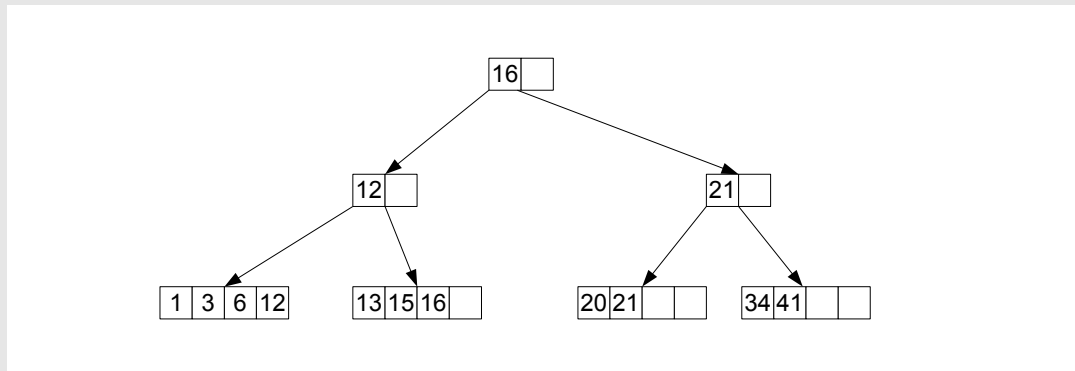


- Schlüsselwert 6 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 21 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 13 (einfaches Einfügen)
- Schlüsselwert 41 (Splitten)



	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

Schlüsselwert 20 (einfaches Einfügen)  
 Schlüsselwert 16 (Splitten)



## 2 Berechnungen in B- und B\*-Bäumen

[15 P.]  
 [4 P.]

a) Gegeben sei ein B-Baum der Klasse  $\tau(k, h)$  mit  $k = 2$  und  $h = 5$ .

i) Wieviele Datensätze kann dieser Baum maximal haben? Geben Sie den Rechenweg an.


### Lösungsvorschlag:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 4 Einträgen und 5 Kindern
  2. Ebene: 5 Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $5 * 4 = 20$  Einträge)
  3. Ebene:  $5 * (4 + 1) = 25$  Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $25 * 4 = 100$  Einträge)
  4. Ebene:  $25 * (4 + 1) = 125$  Knoten mit jeweils 4 Einträgen (insgesamt  $125 * 4 = 500$  Einträge)
  5. Ebene:  $125 * (4 + 1) = 625$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $625 * 4 = 2500$  Einträge)
- $\Rightarrow 4 + 20 + 100 + 500 + 2500 = 3124$  Datensätze

ii) Wieviele Datensätze muss dieser Baum mindestens haben? Geben Sie den Rechenweg an.

### Lösungsvorschlag:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag und 2 Kindern

	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

2. Ebene: 2 Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $2 * 2 = 4$  Einträge)
3. Ebene:  $2 * (2 + 1) = 6$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $6 * 2 = 12$  Einträge)
4. Ebene:  $6 * (2 + 1) = 18$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $18 * 2 = 36$  Einträge)
5. Ebene:  $18 * (2 + 1) = 54$  Knoten mit jeweils 2 Einträgen (insgesamt  $54 * 2 = 108$  Einträge)
- $\Rightarrow 1 + 4 + 12 + 36 + 108 = 161$  Datensätze

- b) Ein B\*-Baum der Klasse  $\tau(3, 3, h^*)$  enthält 32 Datensätze. Welche Werte kann  $h^*$  annehmen? Geben Sie den Rechenweg an. [4 P.]


**Lösungsvorschlag:**

$h^* \in \{2, 3\}$ , denn für einen maximal befüllten B\*-Baum der Klasse  $\tau(3, 3, h^*)$  gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 6 Einträgen (insgesamt 6 Einträge)
  2. Ebene: 7 Knoten mit je 6 Einträgen (insgesamt 42 Einträge)
- $\Rightarrow h_{min}^* = 2$

Und für einen minimal befüllten B\*-Baum der Klasse  $\tau(3, 3, h^*)$  gilt:

1. Ebene: 1 Wurzel mit 1 Eintrag
  2. Ebene: 2 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 6 Einträge)
  3. Ebene: 8 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 24 Einträge)
  4. Ebene: 32 Knoten mit je 3 Einträgen (insgesamt: 96 Einträge)
- $\Rightarrow h_{max}^* = 3$

	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

c) Gegeben sei ein B\*-Baum der Klasse  $\tau(k, k^*, h^*)$  mit  $k^* = 5$  und  $h^* = 4$ . Der Baum sei maximal befüllt und halte 1.250 Datensätze.

i) Ermitteln Sie den Befüllungsgrad  $k$  eines inneren Knoten!

[5 P.]

**Hinweis:** Überlegen Sie sich hierzu den Aufbau ausgehend von der Blattebene.

**Lösungsvorschlag:**

Es gibt  $(2k + 1)^0 = 1$  Knoten auf der ersten Ebene,  $(2k + 1)^1$  auf der zweiten und entsprechend  $(2k + 1)^3$  auf der vierten Ebene. Die Anzahl  $b$  der Datensätze ergibt sich als  $b = (2k + 1)^3 \cdot 2k^* = (2k + 1)^3 \cdot 10 = 1.250$ . Entsprechend gilt:

$$1.250 = (2k + 1)^3 \cdot 10$$

$$125 = (2k + 1)^3$$

$$\sqrt[3]{125} = (2k + 1)$$

$$5 = (2k + 1)$$

$$4 = 2k$$

$$2 = k$$


ii) Wieviele innere Knoten hat der Baum insgesamt?

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Er besitzt  $(2k + 1)^0 + (2k + 1)^1 + (2k + 1)^2 = 1 + 5 + 25 = 31$  innere Knoten.



	Lehrveranstaltung	<b>Grundlagen von Datenbanken</b>		WS 2017/18
	Aufgabenzettel	<b>6 (Lösungsvorschläge)</b>		
	Gesamtpunktzahl	<b>40</b>		
	Ausgabe	<b>Mi. 10.01.2018</b>	Abgabe	<b>Fr. 26.01.2018</b>

### 3 Normalformenlehre

[7 P.]

Gegeben ist die Relation R mit den Attributen A, B, C, D und E, sowie der Menge F an funktionalen Abhängigkeiten

$$F = \{FA_1, FA_2, FA_3\}.$$

Die Wertebereiche der Attribute sind alle atomar.

$$R(A, B, C, D, E)$$

$$FA_1 = C \rightarrow A, B$$

$$FA_2 = D \rightarrow E$$

$$FA_3 = E \rightarrow A$$

- a) Bestimmen Sie die Schlüsselkandidaten von R bezüglich F.

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Schlüsselkandidat: C, D

- b) Bestimmen Sie die Nicht-Primärattribute (Nicht-Schlüsselattribute) von R bezüglich F.

[2 P.]

**Lösungsvorschlag:**

Nicht-Primärattribut 1: A

Nicht-Primärattribut 2: B

Nicht-Primärattribut 3: E

- c) Nehmen Sie an, dass einer der in Aufgabenteil a) ermittelten Schlüsselkandidaten als Primärschlüssel verwendet wird. In welchen Normalformen befindet sich das Relationenschema R bezüglich F? Begründen Sie Ihre Antwort, indem Sie darlegen, warum sich das Relationenschema in genau diesen Normalformen befindet und warum die anderen Normalformen nicht vorliegen.

[3 P.]

**Hinweis:** Betrachten Sie dabei lediglich die 1., 2. und 3. Normalform.

**Lösungsvorschlag:**

Das Relationenschema befindet sich in der 1. Normalform, denn:

- Attributwerte sind atomar => 1. NF
- Die Nicht-Primärattribute A, B und E hängen jeweils partiell von dem einzigen Schlüsselkandidaten ab => nicht 2. NF
- Da jede partielle auch eine transitive Abhängigkeit ist, gilt dass ein Schema sich nicht in der 3. NF befinden kann, wenn es sich nicht in der 2. NF befindet => nicht 3. NF